

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Tohru KOYAMA, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: FAILURE ANALYSIS METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**:
Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-306856	October 22, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913



22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年10月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-306856

[ST.10/C]:

[JP2002-306856]

出 願 人

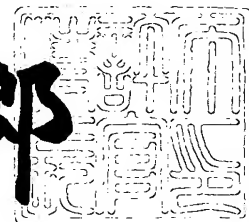
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2002年11月15日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3089951

【書類名】 特許願

【整理番号】 540991JP01

【提出日】 平成14年10月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01R 31/302
H01L 21/66

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 小山 徹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 今井 ゆかり

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 故障解析方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (a) 解析対象となる半導体チップの表面に波長 $1\ \mu\text{m}$ 以上の成分を含む第 1 の光を照射する工程と、

(b) 前記半導体チップの前記第 1 の光による反射像である第 1 の配線パターン像および透過像である第 2 の配線パターン像を撮像する工程と、

(c) 前記半導体チップの裏面側から、前記半導体チップの故障箇所による発光像を撮像する工程とを備え、

前記第 2 の配線パターン像と前記発光像とは同一の撮像器により撮像することを特徴とする故障解析方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の故障解析方法であって、さらに、

(d) 前記半導体チップの裏面に波長 $1\ \mu\text{m}$ 以上の成分を含む第 2 の光を照射する工程と、

(e) 前記半導体チップの前記第 2 の光による反射像である第 3 の配線パターン像および透過像である第 4 の配線パターンを撮像する工程とをさらに備え、

前記第 3 の配線パターン像は前記同一の撮像器により撮像することを特徴とする故障解析方法。

【請求項 3】 (a) 解析対象となる半導体チップに波長 $1\ \mu\text{m}$ 以上の成分を含むレーザビームを走査して照射しつつ、前記半導体チップの前記レーザビームによる透過像である第 1 の配線パターン像および反射像である第 2 の配線パターン像を撮像する工程と、

(b) 前記半導体チップの故障箇所の像を撮像する工程とを備え、

前記工程 (a) は、前記半導体チップの表面側に配置された第 1 の撮像器および裏面側に配置された第 2 の撮像器により実行され、

前記工程 (b) は、前記半導体チップの裏面側に配置された第 3 の撮像器によって実行され、

前記工程 (a) および (b) に先立って、前記第 2 の撮像器と前記第 3 の撮像器との位置合わせが行われる

ことを特徴とする故障解析方法。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の故障解析方法であって、
前記工程（b）は、

（c）前記半導体チップの裏面側から、前記半導体チップの故障箇所による発
光像を撮像する工程である

ことを特徴とする故障解析方法。

【請求項 5】 請求項 3 に記載の故障解析方法であって、
前記工程（b）は、

（d）前記レーザビームを前記半導体チップの裏面側から走査して照射しつつ、
O B I C 法または O B I R C H 法を用いて前記故障箇所の像を撮像する工程で
ある

ことを特徴とする故障解析方法。

【請求項 6】 （a）解析対象となる半導体チップに波長 1 μ m 以上の成分
を含むレーザビームを走査して照射しつつ、前記半導体チップの前記レーザビー
ムによる透過像である第 1 の配線パターン像および反射像である第 2 の配線パタ
ーン像を撮像する工程と、

（b）前記半導体チップの故障箇所の像を撮像する工程とを備え、

前記工程（a）は、前記半導体チップの表面に配置された第 1 の撮像器および
裏面に配置された第 2 の撮像器により実行され、

前記工程（b）は、前記第 2 の撮像器によって実行される
ことを特徴とする故障解析方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路の故障解析に関するものであり、特に故障箇所の位
置を特定するための技術に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来より、半導体集積回路の不良箇所（故障箇所）を検出する半導体故障解析

方法として、エミッション解析法が広く知られている。エミッション解析法は、故障箇所における電流リークにより発生する微弱な光を検出することにより故障箇所の像を撮像し、当該故障箇所の位置を特定する解析方法である。

【 0 0 0 3 】

一方、近年の半導体集積回路の集積化に伴い金属配線層の多層化が進んでいる。金属配線は光を透過させないため、例えば下層の金属配線層やその下の半導体素子での発光を、半導体チップが形成されたウェハの表面側から観測することは困難となってきた。そこで、シリコンが波長 $1\ \mu\text{m}$ 以上の赤外光を透過することに着目し、故障箇所が発する光に含まれる赤外光成分をシリコン基板裏面側（ウェハの裏面側）から検出して故障箇所を検出する手法（裏面エミッション解析法）が提案されている（例えば、特許文献 1）。

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 3 3 5 2 6 号公報（第 4 - 5 頁、第 1 - 3 図）

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

裏面エミッション解析法により故障箇所の検出した後は、故障の原因を究明するために物理解析を行うが、通常この解析は半導体デバイスの表面側から行う。そのため、デバイスの表面側から撮像した配線パターン像上での、発光箇所の位置を正確に特定することは重要である。

【 0 0 0 6 】

従来の裏面エミッション解析においては、ウェハの裏面側から撮像した故障箇所の発光像と、同じくウェハの裏面側から撮像したデバイスの配線パターン像とを重ね合わせることで、当該異常箇所の位置を特定していた。よって、デバイスの表面側から撮像した配線パターン像上での異常箇所の位置を特定する必要がある場合は、まず上記の特許文献 1 のように、CAD ツール等を使用して配線パターンのレイアウト図と裏面側から撮像した配線パターン像とを照合し、一旦レイアウト図上での故障箇所の位置を特定していた。そしてその後、表面側から撮像した配線パターン像とレイアウト図とを照合し、表面側から撮像した配線パター

ン像上での故障箇所の位置を特定していた。

【 0 0 0 7 】

このように、裏面から撮像した故障箇所の位置を表面から撮像した配線パターン像上で特定する際には、一旦レイアウト図との照合作業を介するため、煩雑な作業を伴っていた。

【 0 0 0 8 】

本発明は、以上のような課題を解決するためになされたものであって、裏面側から取得した故障箇所の位置を、表面側から取得した配線パターン像上で特定することが容易に可能な故障解析装置および故障解析方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に係る故障解析方法は、（a）解析対象となる半導体チップの表面に波長 $1\ \mu\text{m}$ 以上の成分を含む第 1 の光を照射する工程と、（b）前記半導体チップの前記第 1 の光による反射像である第 1 の配線パターン像および透過像である第 2 の配線パターン像を撮像する工程と、（c）前記半導体チップの裏面側から、前記半導体チップの故障箇所による発光像を撮像する工程とを備え、前記第 2 の配線パターン像と前記発光像とは同一の撮像器により撮像することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

請求項 3 に係る故障解析方法は、（a）解析対象となる半導体チップに波長 $1\ \mu\text{m}$ 以上の成分を含むレーザビームを走査して照射しつつ、前記半導体チップの前記レーザビームによる透過像である第 1 の配線パターン像および反射像である第 2 の配線パターン像を撮像する工程と、（b）前記半導体チップの故障箇所の像を撮像する工程とを備え、前記工程（a）は、前記半導体チップの表面側に配置された第 1 の撮像器および裏面側に配置された第 2 の撮像器により実行され、前記工程（b）は、前記半導体チップの裏面側に配置された第 3 の撮像器によって実行され、前記工程（a）および（b）に先立って、前記第 2 の撮像器と前記第 3 の撮像器との位置合わせが行われることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

【 発明の実施の形態 】

＜ 実施の形態 1 ＞

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る故障解析装置の構成を示す図である。同図に示すように、解析の対象となる半導体チップが形成された被解析ウェハ 1 0 0 を固定するためのウェハチャック 1 は、水平方向に移動可能なウェハステージ 2 に搭載される。ウェハチャック 1 は、石英ガラスにより形成されたものが一般的である。被解析ウェハ 1 0 0 のチップに対する電圧信号の入出力を行うプローブ 3 は、プローブカード 4 に固定される。

【 0 0 1 2 】

第 1 の光源 5 1 および第 2 の光源 5 2 は、波長 $1 \mu\text{m}$ 以上の赤外光成分を含む光を発する例えばハロゲンランプである。第 1 の光源 5 1 が放射した光 5 1 a は、ハーフミラー 6 1 で反射され、解析領域（視野）を拡大／縮小するためのレンズ光学系 7 1 を介して被解析ウェハ 1 0 0 に表面側から照射される。

【 0 0 1 3 】

図 2 は、本実施の形態に係る故障解析装置の動作を説明するための図であり、被解析ウェハ 1 0 0 およびウェハチャック 1 の解析領域の拡大断面図である。ここで、同図に示すように被解析ウェハ 1 0 0 は多層配線構造を有するものと仮定する。被解析ウェハ 1 0 0 の表面に照射された光 5 1 a の一部は、被解析ウェハ 1 0 0 のデバイス形成層 1 0 2 に形成されたメタル配線 1 0 3 により反射される。そして、レンズ光学系 7 1、ハーフミラー 6 1 を介して CCD 1 1 に入射し、CCD 1 1 により被解析ウェハ 1 0 0 の反射像である第 1 の配線パターン像として撮像される。即ち、第 1 の配線パターン像は、被解析ウェハ 1 0 0 の表面から撮像した配線パターン像である。

【 0 0 1 4 】

また、メタル配線 1 0 3 で反射されずにメタル配線 1 0 3 の隙間を通過した光 5 1 a の赤外光成分は、シリコン基板 1 0 1 を透過し、ウェハチャック 1、レンズ光学系 7 2、ハーフミラー 6 2 を介して赤外光検出器 1 2 に入射し、赤外光検出器 1 2 により被解析ウェハ 1 0 0 の透過像である第 2 の配線パターン像として

撮像される。即ち、第 2 の配線パターン像は、被解析ウェハ 1 0 0 の裏面から撮像した配線パターン像である。

【 0 0 1 5 】

一方、第 2 の光源 5 2 が発した光 5 2 a は、ハーフミラー 6 2 で反射され、レンズ光学系 7 2 およびウェハチャック 1 を介して被解析ウェハ 1 0 0 に裏面側から照射される。レンズ光学系 7 2 は、解析領域（視野）を拡大／縮小すると共に、光 5 2 a の赤外成分のみを通過させるフィルタを有している。

【 0 0 1 6 】

被解析ウェハ 1 0 0 の裏面に照射された光 5 2 a の赤外光成分は、被解析ウェハ 1 0 0 のシリコン基板 1 0 1 を透過してデバイス形成層 1 0 2 に到達する。その一部はデバイス形成層 1 0 2 に形成されたメタル配線 1 0 3 により反射される。そして、シリコン基板 1 0 1、ウェハチャック 1、レンズ光学系 7 2、ハーフミラー 6 2 を介して赤外光検出器 1 2 に入射し、赤外光検出器 1 2 により被解析ウェハ 1 0 0 の反射像である第 3 の配線パターン像として撮像される。即ち、第 3 の配線パターン像は、被解析ウェハ 1 0 0 の裏面から撮像した配線パターン像である。

【 0 0 1 7 】

また、赤外光検出器 1 2 は、被解析ウェハ 1 0 0 の故障箇所の検出にも使用される。プローブ 3 により、被解析ウェハ 1 0 0 上のチップに所定の電圧信号を印加すると、故障箇所 1 1 0 は電流リークにより発光する。その光の赤外光成分 1 1 0 a は、シリコン基板 1 0 1、ウェハチャック 1、レンズ光学系 7 2、ハーフミラー 6 2 を介して赤外光検出器 1 2 に入射し、赤外光検出器 1 2 により故障箇所の像（以下、「故障発光像」と称する）として撮像される。

【 0 0 1 8 】

なお、故障箇所からの発光は極めて微弱であるので、赤外光検出器 1 2 は受光感度が高いものを用いる必要がある。但し、光源 5 1、5 2 を用いた配線パターン像の撮像の際は、故障発光像に比較して極めて強い光が赤外光検出器 1 2 に入射されるので、受光感度を低く抑えるように調整しておく必要がある。

【 0 0 1 9 】

以上のように、CCD 11は、被解析ウェハ100の表面から撮像した配線パターン像である第1の配線パターン像を撮像し、赤外光検出器12は、被解析ウェハ100の裏面から撮像した配線パターン像である第2の配線パターン像、第3の配線パターン像および故障発光像を撮像する。

【0020】

故障発光像と第2の配線パターン像および第3の配線パターン像とは、同一の赤外光検出器12により撮像されるので、両者の解析領域（視野）は一致するため互いの位置合わせは容易に行うことができる。また、第1の配線パターン像は表面からの反射像であるので、第1の配線パターン像からは少なくとも多層配線の最上層の配線パターン像が得られる。また、第2の配線パターン像は透過像であるので、これにも多層配線の最上層の配線パターン像も含まれている。よって、最上層の配線パターン像を基準として、第1の配線パターン像と第2の配線パターン像との位置合わせも容易に行うことができる。

【0021】

従って、本実施の形態によれば、被解析ウェハ100の表面側から撮像した第1の配線パターン像と故障発光像との位置合わせを容易に行うことが可能である。つまり、裏面側から撮像した故障箇所の位置を、表面側から取得した配線パターン像上で特定することを容易に行うことができる。

【0022】

<実施の形態2>

実施の形態1では、被解析ウェハ100の表面からの配線パターン像を撮像する手段としてCCDを用いたが、本実施の形態においてはそれに替えて赤外光検出器を用いる。即ち、図3に示すように、本実施の形態に係る故障解析装置は、第1の赤外光検出器21および第2の赤外光検出器22とを備える。なお、図3において、図1と同様の要素には同一符号を付してあるので、ここでの詳細な説明は省略する。

【0023】

図4は、本実施の形態に係る故障解析装置の動作を説明するための図であり、被解析ウェハ100およびウェハチャック1の解析領域の拡大断面図である。第

1の光源51が放射した光51aは、ハーフミラー61で反射され、レンズ光学系71を介して被解析ウェハ100に表面側から照射される。レンズ光学系71は光51aの赤外光成分のみを通過させるフィルタを備えている。

【0024】

被解析ウェハ100の表面に照射された光51aの赤外光成分の一部は、被解析ウェハ100のデバイス形成層102に形成されたメタル配線103により反射される。そして、レンズ光学系71、ハーフミラー61を介して第1の赤外光検出器21に入射し、第1の赤外光検出器21により被解析ウェハ100の反射像である第1の配線パターン像として撮像される。

【0025】

また、メタル配線103の隙間を通過した光51aの赤外光成分は、シリコン基板101を透過し、ウェハチャック1、レンズ光学系72、ハーフミラー62を介して第2の赤外光検出器22に入射し、第2の赤外光検出器22により被解析ウェハ100の透過像である第2の配線パターン像として撮像される。

【0026】

一方、第2の光源52が発した光52aは、ハーフミラー62で反射され、レンズ光学系72およびウェハチャック1を介して被解析ウェハ100に裏面側から照射される。

【0027】

被解析ウェハ100の裏面に照射された光52aの赤外光成分の一部は、デバイス形成層102に形成されたメタル配線103により反射される。メタル配線103により反射された光52aの赤外光成分は、シリコン基板101、ウェハチャック1、レンズ光学系72、ハーフミラー62を介して第2の赤外光検出器22に入射し、第2の赤外光検出器22により被解析ウェハ100の反射像である第3の配線パターン像として撮像される。

【0028】

メタル配線103の間を通過した光52aの赤外光成分は、レンズ光学系71、ハーフミラー61を介して第1の赤外光検出器21に入射し、第1の赤外光検出器21により被解析ウェハ100の透過像である第4の配線パターン像として

撮像される。

【 0 0 2 9 】

また、第 2 の赤外光検出器 2 2 は、実施の形態 1 における赤外光検出器 1 2 と同様に、被解析ウェハ 1 0 0 の故障箇所による故障発光像を撮像する。

【 0 0 3 0 】

以上のように、第 1 の赤外光検出器 2 1 は、被解析ウェハ 1 0 0 の表面から撮像した配線パターン像である第 1 の配線パターン像および第 4 の配線パターン像を撮像し、第 2 の赤外光検出器 2 2 は、被解析ウェハ 1 0 0 の裏面から撮像した配線パターン像である第 2 の配線パターン像、第 3 の配線パターン像および故障発光像を撮像する。

【 0 0 3 1 】

故障発光像と第 2 の配線パターン像および第 3 の配線パターン像とは、同一の赤外光検出器 1 2 により撮像されるので、それらの位置合わせは容易に行うことができる。また、第 1 の配線パターン像は表面からの反射像であるので、第 1 の配線パターン像からは少なくとも多層配線の最上層の配線パターン像が得られる。第 3 の配線パターン像は裏面からの反射像であるので、第 3 の配線パターン像からは少なくとも多層配線の最下層の配線パターン像が得られる。

一方、第 2 の配線パターン像および第 4 のパターン像は透過像であるので、これらには多層配線の最上層、最下層両方の配線パターン像も含まれている。よって、最上層あるいは最下層の配線パターン像を基準として、これらは互いに容易に位置合わせが可能である。

【 0 0 3 2 】

従って、本実施の形態によれば、被解析ウェハ 1 0 0 の表面側から撮像した第 1 の配線パターン像および第 4 の配線パターン像と、故障発光像との位置合わせを容易に行うことが可能である。つまり、裏面側から撮像した故障箇所の位置を、表面側から取得した配線パターン像上で特定することを容易に行うことができる。また、表面側から取得した配線パターン像として、第 1 の配線パターン像と第 4 の配線パターン像との 2 つを取得できるので、それらを互いに照合することにより、実施の形態 1 よりもさらに正確に故障箇所の位置を特定することも可能

になる。

【 0 0 3 3 】

< 実施の形態 3 >

図 5 は、実施の形態 3 に係る故障解析装置の構成を示す図である。同図において、図 1 と同様の要素には同一符号を付してあるので、ここでの詳細な説明は省略する。本実施の形態においては、被解析ウェハ 1 0 0 の配線パターン像を得るための光源として、被解析ウェハ 1 0 0 に裏面からレーザビーム 5 3 a を走査して照射するレーザ光学系 5 3 を用いる。レーザ光学系 5 3 が発するレーザビーム 5 3 a は、波長 $1 \mu\text{m}$ 以上の赤外光成分を含んでいる。

【 0 0 3 4 】

レーザ光学系 5 3 から発せられたレーザビーム 5 3 a は、ハーフミラー 6 2、レンズ光学系 7 2、ウェハチャック 1 を介して被解析ウェハ 1 0 0 に到達する。被解析ウェハ 1 0 0 内のメタル配線 1 0 3 により反射されたレーザビーム 5 3 a の赤外光成分は、第 2 の赤外光検出器 3 2 に入射する。一方、メタル配線 1 0 3 の間を通過したレーザビーム 5 3 a の赤外光成分は、第 1 の赤外光検出器 3 1 へと入射する。

【 0 0 3 5 】

第 1 の赤外光検出器 3 1 および第 2 の赤外光検出器 3 2 は、レーザビーム 5 3 a の走査に同期した入射光の強度変化に基づき、それぞれレーザ走査像を取得する。即ち、第 1 の赤外光検出器 3 1 は、レーザ走査像として被解析ウェハ 1 0 0 のレーザビーム 5 3 a による透過像である第 1 の配線パターン像を撮像する。また、第 2 の赤外光検出器 3 2 は、レーザ走査像として被解析ウェハ 1 0 0 のレーザビーム 5 3 a による反射像である第 2 の配線パターン像を撮像する。

【 0 0 3 6 】

一方、本実施の形態においては、被解析ウェハ 1 0 0 の故障箇所による故障発光像の撮像は、第 3 の赤外光検出器 3 3 によって行う。第 3 の赤外光検出器 3 3 の動作は、実施の形態 1 における赤外光検出器 1 2 と同様である。

【 0 0 3 7 】

但し、本実施の形態においては、第 2 の赤外光検出器 3 2 と第 3 の赤外光検出

器 3 3 とは、予め解析領域（視野）が互いに同一になるように位置調整しておく。一般に、レンズ光学系 7 2 の特性上、解析領域の中心は歪みが少ないので、この位置調整はレーザ光学系 5 3 がレーザビーム 5 3 a を走査する領域の中心（即ち解析領域の中心）と、第 3 の赤外光検出器 3 3 の解析領域の中心とを一致させるとよい。例えば、レーザビーム 5 3 a の走査領域の中心に照射してその反射光が第 3 の赤外光検出器 3 3 の中心座標に入射するように第 3 の赤外光検出器 3 3 の位置を調整することで可能である。但し、レーザビーム 5 3 a は極めて光強度が高いため、その際は第 3 の赤外光検出器 3 3 の感度を低く抑えておく必要がある。

【 0 0 3 8 】

以上のように、第 1 の赤外光検出器 3 1 は、被解析ウェハ 1 0 0 の表面から撮像した配線パターン像である第 1 の配線パターン像を撮像し、第 2 の赤外光検出器 3 2 は、被解析ウェハ 1 0 0 の裏面から撮像した配線パターン像である第 2 の配線パターン像を撮像する。また、第 3 の赤外光検出器 3 3 は裏面から撮像した故障発光像を取得する。

【 0 0 3 9 】

第 1 の配線パターン像と第 2 の配線パターン像は、共に同じレーザビーム 5 3 a の走査に基づくレーザ走査像であるので、解析領域は完全に一致するため位置合わせは容易に可能である。また、第 2 の赤外光検出器 3 2 と第 3 の赤外光検出器 3 3 とは、予めその解析領域を一致させているので容易に位置合わせを行うことが可能である。

【 0 0 4 0 】

従って、本実施の形態によれば、被解析ウェハ 1 0 0 の表面側から撮像した第 1 の配線パターン像および第 2 の配線パターン像と故障発光像との位置合わせを容易に行うことが可能である。つまり、裏面側から撮像した故障箇所の位置を、表面側から取得した配線パターン像上で特定することを容易に行うことができる。

【 0 0 4 1 】

ところで、半導体デバイスの故障箇所を検出する手法として、O B I C 法 (Op

tical Beam Induced Current method) 並びに O B I R C H 法 (Optical Beam Induced Resistance Change method) が知られている。O B I C 法は、解析対象である半導体デバイスに低電圧を印加した状態で、レーザビームを走査して照射しながら、走査場所ごとの電流変化を輝度変化として表示させることで故障箇所の像を撮像する手法である。O B I R C H 法は、解析対象の半導体デバイスにレーザビームを走査して照射し、配線の温度上昇に伴う抵抗変化を輝度変化として表示させることで故障箇所の像を撮像する手法である。

【 0 0 4 2 】

金属配線はレーザビームを透過させないため、O B I C 法および O B I R C H 法においても、金属配線層が多層化されるとウェハの表面側から観測することは困難となる。そこで、ウェハの裏面側（シリコン基板側）から赤外レーザビームを照射する赤外 O B I C 法（I R - O B I C : Infrared OBIC）や赤外 O B I R C H 法（I R - O B I R C H : Infrared OBIRCH）法が提案されている。

【 0 0 4 3 】

例えば、本実施の形態に係る故障解析装置のように、赤外光成分を含むレーザビーム 3 5 a を被解析ウェハ 1 0 0 の裏面側から走査して照射することが可能なレーザ光学系 5 3 を備える構成であれば、それを用いた I R - O B I C 法や I R - O B I R C H 法を行うことも可能である。つまり、第 3 の赤外光検出器 3 3 に替えて、第 3 の撮像器として I R - O B I C 解析装置又は I R - O B I R C H 解析装置を使用して故障箇所の像を撮像してもよい。なお、この場合 I R - O B I C 法あるいは I R - O B I R C H 法を行うためのレーザの走査領域と、第 1 および第 2 の配線パターン像を撮像するためのレーザ走査領域とを一致させることにより、両者の解析領域（視野）を一致させることができる。それにより、故障箇所の像と第 1 および第 2 の配線パターン像との、容易に第 1 および第 2 の配線パターン像上における故障箇所の位置を特定することができる。

【 0 0 4 4 】

< 実施の形態 4 >

図 6 は、実施の形態 4 に係る故障解析装置の構成を示す図である。同図において、図 1 および図 5 と同様の要素には同一符号を付してある。本実施の形態では

、被解析ウェハ 1 0 0 の配線パターン像を得るための光源として、被解析ウェハ 1 0 0 に表面からレーザビーム 5 4 a を走査して照射するレーザ光学系 5 4 を用いる。レーザ光学系 5 4 が発するレーザビーム 5 4 a は、波長 $1\ \mu\text{m}$ 以上の赤外光成分を含んでいる。

【 0 0 4 5 】

レーザ光学系 5 4 から発せられたレーザビーム 5 4 a は、ハーフミラー 6 1、レンズ光学系 7 1 を介して被解析ウェハ 1 0 0 の表面に照射される。被解析ウェハ 1 0 0 内のメタル配線 1 0 3 により反射されたレーザビーム 5 4 a の赤外光成分は、第 1 の赤外光検出器 3 1 に入射する。一方、メタル配線 1 0 3 の間を通過したレーザビーム 5 4 a の赤外光成分は、第 2 の赤外光検出器 3 2 へと入射する。即ち、第 1 の赤外光検出器 3 1 は、被解析ウェハ 1 0 0 のレーザビーム 5 4 a による反射像である第 1 の配線パターン像を撮像し、一方、第 2 の赤外光検出器 3 2 は、被解析ウェハ 1 0 0 のレーザビーム 5 4 a による透過像である第 2 の配線パターン像を撮像する。

【 0 0 4 6 】

また、実施の形態 3 と同様に、第 3 の赤外光検出器 3 3 は被解析ウェハ 1 0 0 の故障箇所による故障発光像を撮像する。なお、本実施の形態においても、第 2 の赤外光検出器 3 2 と第 3 の赤外光検出器 3 3 とは、予め解析領域（視野）が互いに同一になるように位置調整しておく。

【 0 0 4 7 】

第 1 の配線パターン像と第 2 の配線パターン像は、共に同じレーザビーム 5 4 a の走査に基づくレーザ走査像であるので、解析領域は完全に一致するため位置合わせは容易に可能である。また、第 2 の赤外光検出器 3 2 と第 3 の赤外光検出器 3 3 とは、予めその解析領域を一致させているので容易に位置合わせを行うことが可能である。

【 0 0 4 8 】

従って、実施の形態 3 と同様に、被解析ウェハ 1 0 0 の表面側から撮像した第 1 の配線パターン像および第 2 の配線パターン像と故障発光像との位置合わせを容易に行うことが可能である。つまり、裏面側から撮像した故障箇所の位置を、

表面側から取得した配線パターン像上で特定することを容易に行うことができる。また、レーザビーム 5 4 a を被解析ウェハ 1 0 0 の表面側から照射するので、表面側から撮像した第 1 の配線パターン像をより鮮明に得ることができるという効果もある。

【 0 0 4 9 】

<実施の形態 5>

実施の形態 3 および 4 では、被解析ウェハ 1 0 0 の裏面側から撮像した配線パターン像を取得する手段（第 2 の赤外光検出器 3 2）とは個別に、故障発光像を撮像する手段（第 3 の赤外光検出器 3 3）を備える構成とした。本実施の形態においては、その 2 つの像を 1 つの撮像器により撮像する。

【 0 0 5 0 】

図 7 は、本実施の形態に係る故障解析装置の構成を示す図である。同図において、図 1 および図 5 と同様の要素には同一符号を付してあるので、ここでの詳細な説明は省略する。

【 0 0 5 1 】

第 1 の赤外光検出器 3 1 は、被解析ウェハ 1 0 0 のレーザビーム 5 3 a による透過像である第 1 の配線パターン像を撮像する。一方、第 2 の赤外光検出器 4 2 は、被解析ウェハ 1 0 0 のレーザビーム 5 3 a による反射像である第 2 の配線パターン像と故障箇所による故障発光像と両方を撮像する。但し、レーザビーム 5 3 a の強度は、故障箇所からの発光に比べ極めて強いので、第 2 の配線パターン像の撮像の際は第 2 の赤外光検出器 4 2 の受光感度を低く抑えるように調整する必要がある。

【 0 0 5 2 】

また、第 1 の赤外光検出器 3 1 は、レーザビーム 5 3 a の走査に同期した入射光の強度変化に基づき、レーザ走査像として第 1 の配線パターン像を取得する。即ち、時分割的に得られたデータを画像に変換するための演算処理を行っている。しかし、故障発光像の撮像にも用いられる第 2 の赤外光検出器 4 2 は、画素単位で光を検出することができるため、そのような演算処理を行わずに各画素毎に得られた入射光の強度から直接的に第 2 の配線パターン像を得ることができる。

なお、第 2 の赤外光検出器 4 2 でも入射光の強度データを時分割的に得ることは可能であるので、演算処理によるレーザ走査像を第 2 の配線パターン像としてもよいことは言うまでもない。

【0053】

第 1 の配線パターン像と第 2 の配線パターン像は、共に同じレーザビーム 5 3 a の走査に基づくレーザ走査像であるので、解析領域は完全に一致するため位置合わせは容易に可能である。また、第 2 の配線パターン像と故障発光像とは、同一の第 2 の赤外光検出器 4 2 によって撮像されるので、両者の解析領域（視野）は同一であるため容易に位置合わせが可能である。

【0054】

従って、本実施の形態によれば、被解析ウェハ 1 0 0 の表面側から撮像した第 1 の配線パターン像と故障発光像との位置合わせを容易に行うことが可能である。つまり、裏面側から撮像した故障箇所的位置を、表面側から取得した配線パターン像上で特定することを容易に行うことができる。

【0055】

なお、図 7 においては、被解析ウェハ 1 0 0 の配線パターン像を得るための光源として、被解析ウェハ 1 0 0 に裏面からレーザビーム 5 3 a を走査して照射するレーザ光学系 5 3 を用いる構成を示したが、例えば、図 8 のように、表面からレーザビーム 5 4 a を走査して照射するレーザ光学系 5 4 を用いてもよい。この場合、上記の効果に加え、レーザビーム 5 4 a を被解析ウェハ 1 0 0 の表面側から照射するので、表面側から撮像した第 1 の配線パターン像をより鮮明に得ることができるという効果が得られる。

【0056】

【発明の効果】

請求項 1 に係る故障解析方法によれば、故障箇所による発光像と第 2 の配線パターン像とは、同一の撮像器により撮像されるので、両者の解析領域（視野）は一致するため互いの位置合わせは容易に行うことができる。また、第 1 の配線パターン像は表面からの反射像であるので、第 1 の配線パターン像からは少なくとも半導体チップに形成された多層配線の最上層の配線パターン像が得られる。ま

た、第 2 の配線パターン像は透過像であるので、これにも多層配線の最上層の配線パターン像が含まれている。よって、第 1 の配線パターン像と第 2 の配線パターン像との位置合わせも容易に行うことができる。従って、半導体チップの表面側から撮像した第 1 の配線パターン像と故障発光像との位置合わせを容易に行うことが可能である。つまり、裏面側から撮像した故障箇所の位置を、表面側から取得した配線パターン像上で特定することを容易に行うことができる。

【 0 0 5 7 】

請求項 3 に係る故障解析方法によれば、第 1 の配線パターン像と第 2 の配線パターン像は、共に同じレーザビームの走査に基づくレーザ走査像であるので、解析領域は完全に一致するため位置合わせは容易に可能である。また、予め第 2 の撮像器と第 3 の撮像器との位置合わせを行うことで、第 2 の配線パターン像と故障箇所の像との位置合わせも容易に行うことが可能である。従って、半導体チップの表面側から撮像した第 1 の配線パターン像と故障発光像との位置合わせを容易に行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施の形態 1 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 2】 実施の形態 1 に係る故障解析装置の動作を説明するための図である。

【図 3】 実施の形態 2 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 4】 実施の形態 2 に係る故障解析装置の動作を説明するための図である。

【図 5】 実施の形態 3 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 6】 実施の形態 4 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 7】 実施の形態 5 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

【図 8】 実施の形態 5 に係る故障解析装置の構成を示す図である。

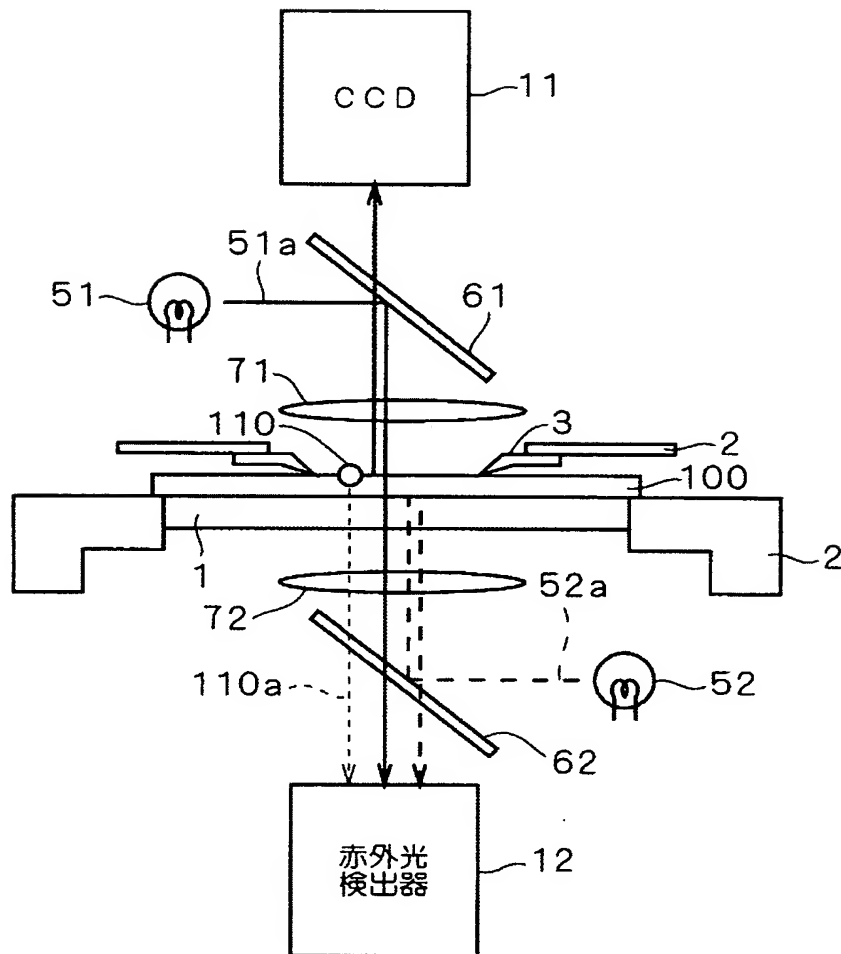
【符号の説明】

1 ウェハチャック、2 ウェハステージ、3 プローブ、4 プローブカード、5 1 第 1 の光源、5 2 第 2 の光源、6 1, 6 2 ハーフミラー、7 1, 7 2 レンズ光学系、1 1 CCD、1 2, 2 1, 2 2, 3 1, 3 2, 3 3, 4

2 赤外光検出器、1 0 0 被解析ウェハ。

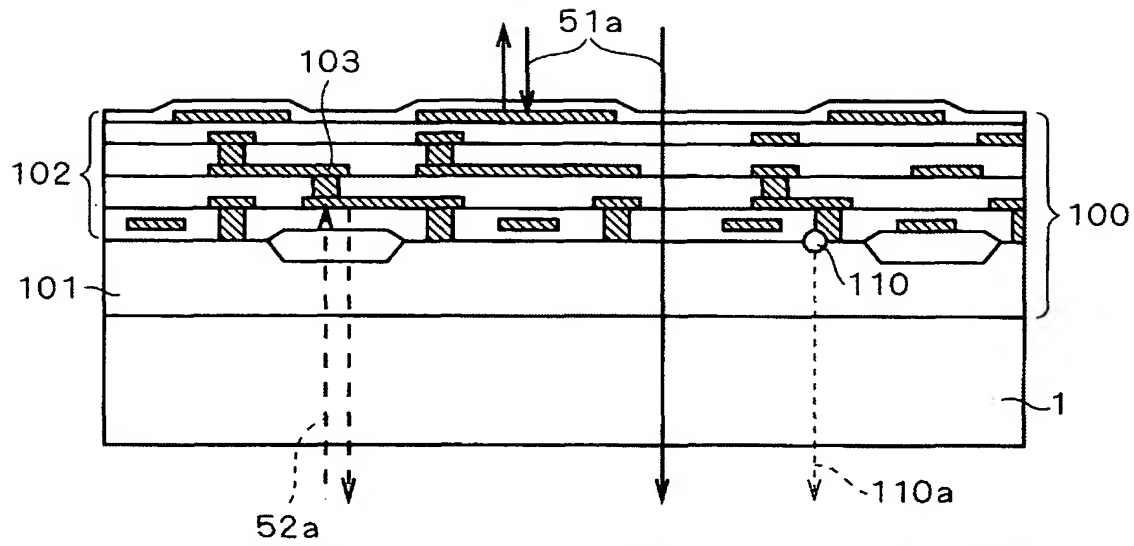
【書類名】 図面

【図 1】



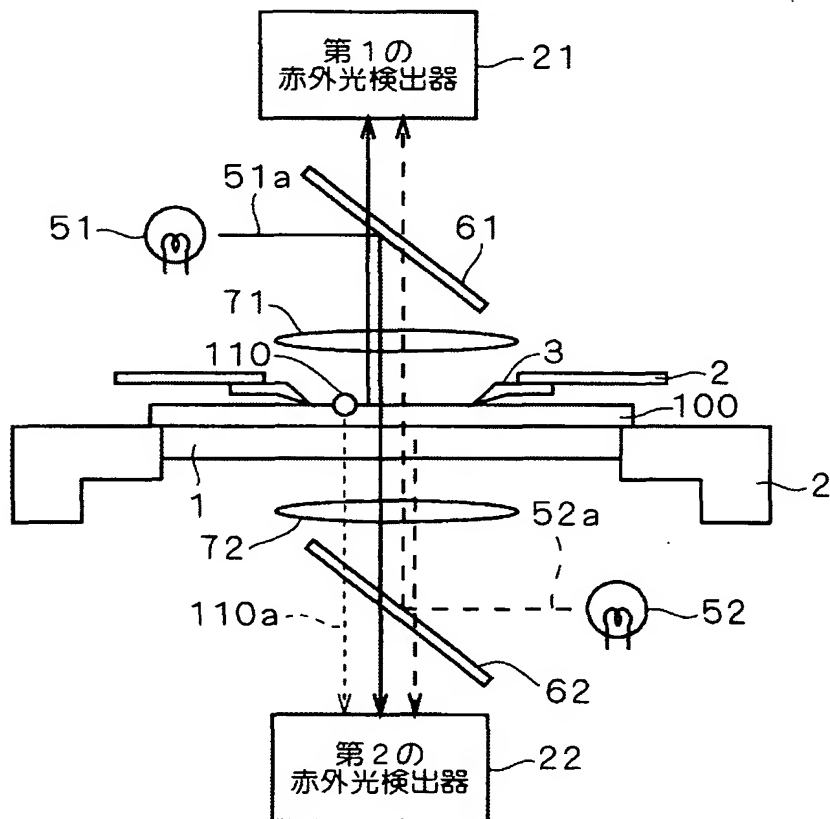
- | | |
|-----------|---------------|
| 1:ウェハチャック | 61, 62:ハーフミラー |
| 2:ウェハステージ | 71, 72:レンズ光学系 |
| 3:プローブ | 100:被解析ウェハ |
| 4:プローブカード | 110:故障箇所 |
| 51:第1の光源 | |
| 52:第2の光源 | |

【図 2】

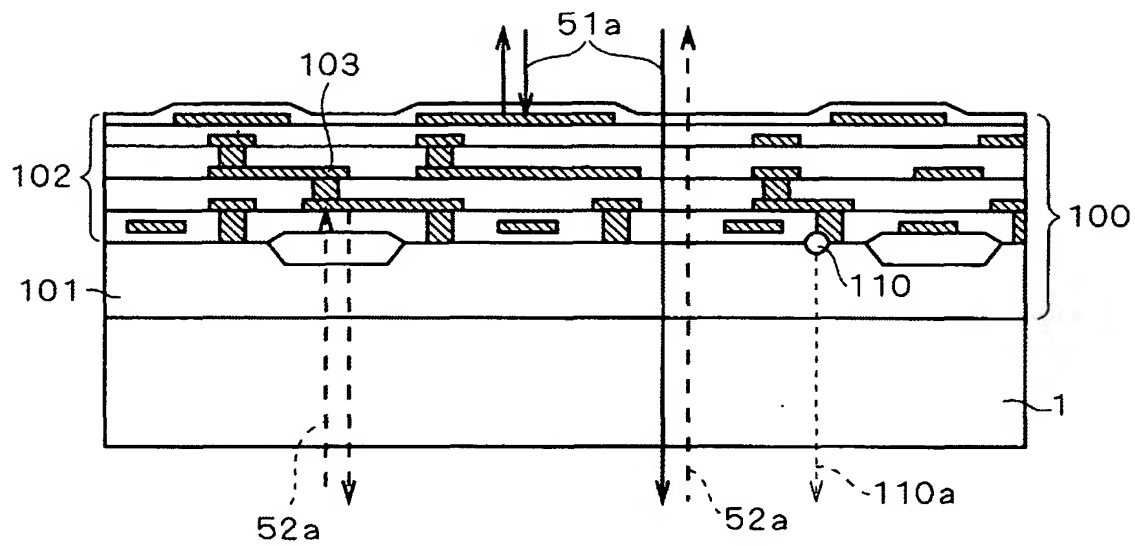


101:シリコン基板 102:デバイス形成層 103:メタル配線層

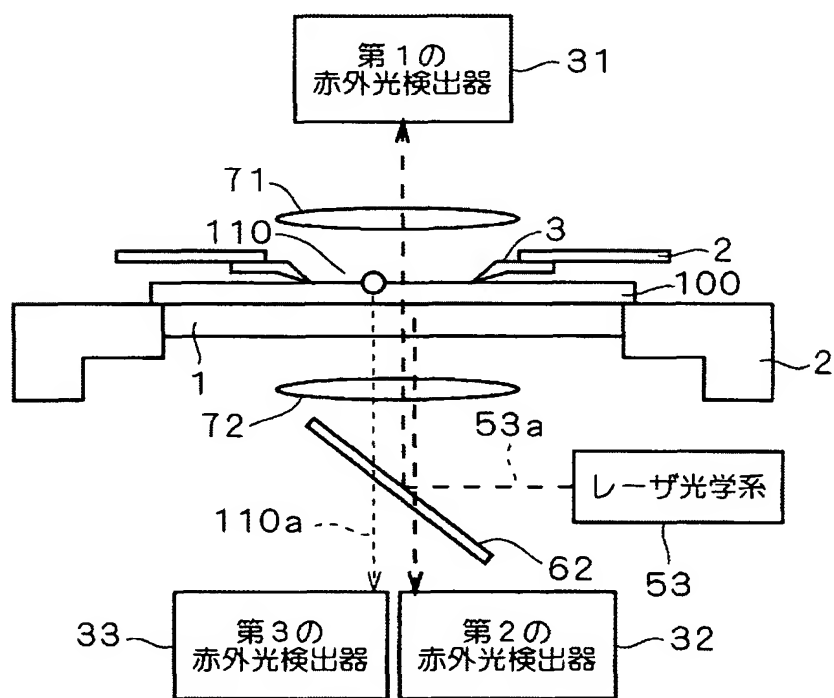
【図 3】



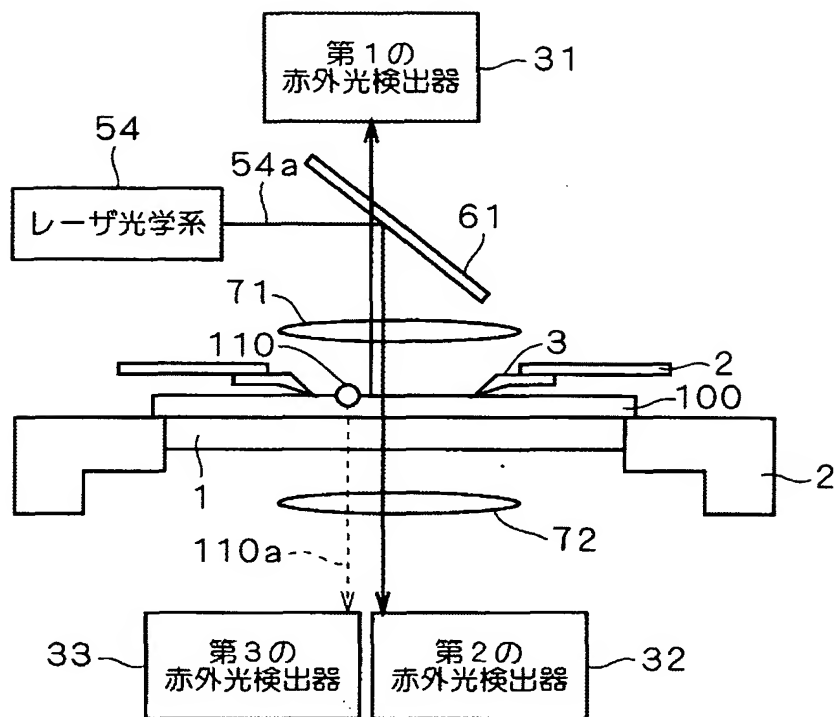
【図4】



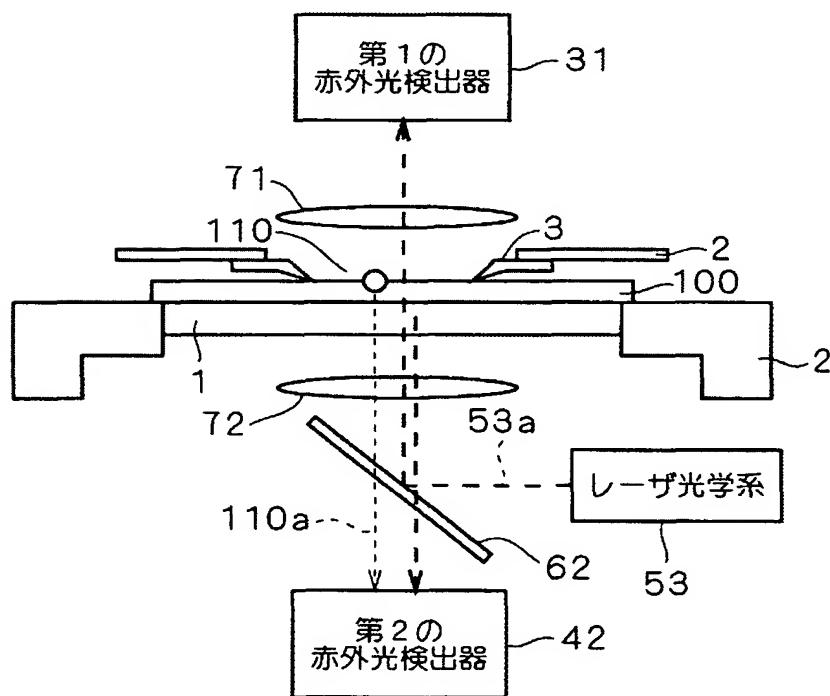
【図5】



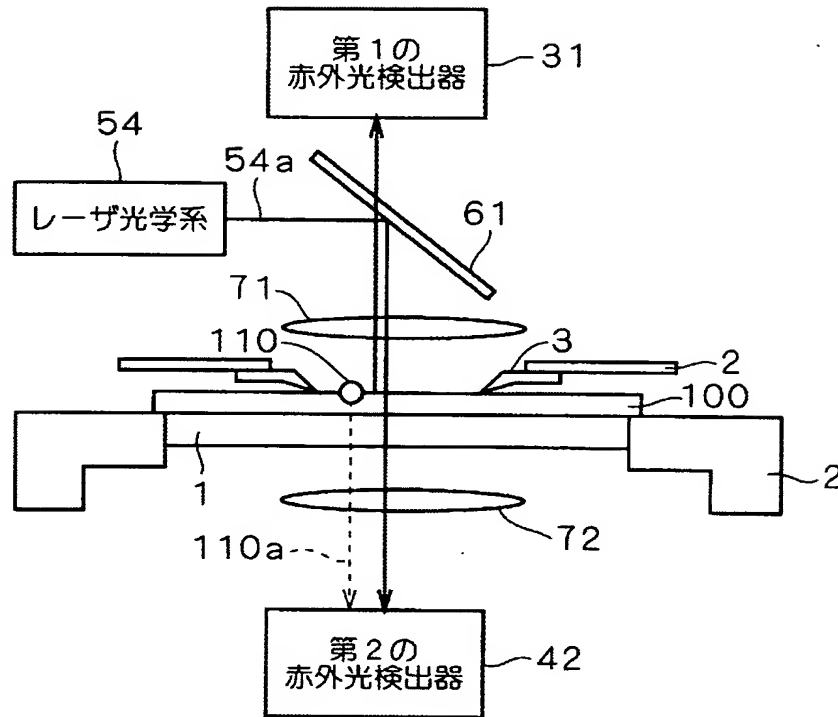
【図6】



【図7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウェハの裏面側から取得した故障箇所の位置を、表面側から取得した配線パターン像上で特定することが容易に可能な故障解析装置および故障解析方法を提供する。

【解決手段】 被解析ウェハ 1 0 0 の表面に照射された光 5 1 a の一部は、メタル配線により反射され、CCD 1 1 により被解析ウェハ 1 0 0 の反射像である第 1 の配線パターン像として撮像される。メタル配線の隙間を通過した光 5 1 a の赤外光成分は、赤外光検出器 1 2 により被解析ウェハ 1 0 0 の透過像である第 2 の配線パターン像として撮像される。また、赤外光検出器 1 2 は故障箇所による故障発光像の撮像も行う。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名 三菱電機株式会社